

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-021407

(43)Date of publication of application : 24.01.1995

(51)Int.Cl.

G06T 15/00

(21)Application number : 05-191915

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 06.07.1993

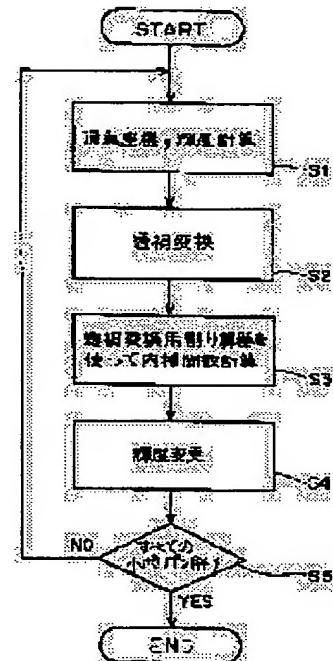
(72)Inventor : OKA MASAAKI  
SUZUOKI MASAKAZU

## (54) METHOD FOR DISPLAYING PICTURE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain a non-linear fog effect faithful to a landscape on the practical earth by high speed arithmetic processing without increasing the size of hardware.

**CONSTITUTION:** This picture display method generates display picture data on a two-dimensional screen from picture data consisting of three-dimensional information including depth information Z and displays a three-dimensional object on the two-dimensional screen. In the case of displaying an object so as to observe it faintly in accordance with a distance far from a visual point by mixing the color and brightness of an object, the color of fog and the brightness of air based upon a prescribed mixing coefficient to be a function of depth information Z, the mixing coefficient is generated from a hyperbola function.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-21407

(43) 公開日 平成7年(1995)1月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G06T 15/00

識別記号  
G06T 15/00

府内整理番号  
9192-5L  
8125-5L

F I  
G06F 15/72  
15/62

技術表示箇所

450 A  
360

審査請求 未請求 請求項の数 3 FD (全7頁)

(21) 出願番号 特願平5-191915  
(22) 出願日 平成5年(1993)7月6日

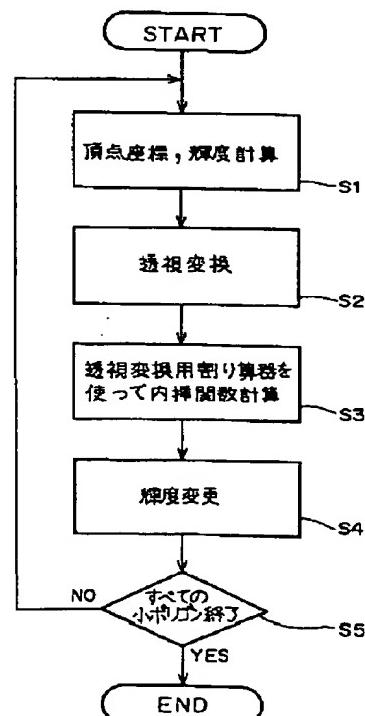
(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72) 発明者 岡正昭  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
ニー株式会社内  
(72) 発明者 鈴置雅一  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
ニー株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 佐藤正美

(54) 【発明の名称】 画像表示方法

(57) 【要約】

【目的】 現実の地球上の風景に忠実な非線形のフォグ効果を、ハードウエア規模を増すことなく高速演算処理により実現する。

【構成】 奥行き情報Zを含む3次元情報からなる画像データから、2次元スクリーン上の表示画像データを生成し、3次元の物体を上記2次元スクリーン上に表示するようとする画像表示方法である。物体の色や明るさと、フォグの色や大気の明るさとを、奥行き情報Zの関数である所定の混合係数を用いて混合して、視点から遠くのものほど、ぼんやりと見えるように表示する場合に、上記混合係数を双曲線関数から生成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 奥行き情報を含む3次元情報からなる画像データから、2次元スクリーン上の表示画像データを生成し、3次元の物体を上記2次元スクリーン上に表示するようにする画像表示方法において、  
上記物体の色や明るさと、フォグの色や大気の明るさとを、上記奥行き情報の関数である所定の混合係数を用いて混合して、視点から遠くのものほど、ぼんやりと見えるように表示すると共に、

上記混合係数を双曲線関数から生成することを特徴とする画像表示方法。

【請求項2】 請求項1に記載の画像表示方法において、

上記3次元情報からなる画像データから、奥行き情報を使用する割り算を含む幾何演算を行って上記2次元スクリーン上の表示画像データを生成し、

上記混合係数を生成するための双曲線関数を計算するための割り算を、上記割り算機能を用いて行うようにした画像表示方法。

【請求項3】 請求項2に記載の画像表示方法において、

上記3次元情報からなる画像データから、上記2次元表示画像データを生成するときの割り算結果を用いて上記混合係数を用いた処理を行うようにしたことを特徴とする画像表示方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えばコンピュータグラフィックスのように3次元的な画像を2次元スクリーンに表示するようにする画像表示方法に関し、特に、いわゆるフォグ（霧）効果により3次元的な視覚効果を高める発明に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 グラフィックコンピュータやゲーム機など、コンピュータグラフィックスを応用した機器では、3次元の物体や背景を2次元スクリーン上においてリア

$$L = L_0 \times (Z_{\max} - Z) / (Z_{\max} - Z_{\min}) + L_1 \times (Z - Z_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min}) \quad (\text{式 } 1-1)$$

により求められる。すなわち、これは、物体の明るさ  $L_0$  と大気の明るさ  $L_1$  を線形に内挿する方法である。

$$I_L(Z) = (Z - Z_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min}) \quad (\text{式 } 1-2)$$

を表すグラフであり、視点 ( $Z = 0$ ) から  $Z_{\min}$  までは  $0$ 、 $Z_{\max}$  から無限遠までは  $1$  にクリッピングされる。

【0009】 このような線形関数による内挿による混合係数によっても遠近感は得られるが、実際の大気による光の減衰すなわちフォグ効果を考えると次のようなことがわかる。

【0010】 フォグ効果は、細かい水滴が空間を覆って

$$(1 - a \cdot dZ) \times L$$

ルに表現することが求められる。2次元スクリーン上におけるリアルな3次元表現の手法としてはシェーディングがよく用いられる。シェーディングは光源の位置や方向を決め、それによって表現しようとしている物体にどのような明暗（陰影）ができるかを計算し描画することにより物体を3次元的（立体的）に見せる手法である。

【0003】 図7はシェーディングの原理を説明するものである。ここでは簡単のため平行光源によるシェーディングについて説明する。また、光源や物体は輝度だけを持ち、色については考えないものとする。

【0004】 平行光源1の場合、光源の位置は与えられず、方向と強さだけを持つ。物体2の点での陰影の強さを計算するには、その点での物体表面の法線ベクトル  $V_I$  と光源の方向と強さを表す光源ベクトル  $V_L$  の内積をとり、陰影の強さとする。このとき負の値は0に置き換える。

【0005】 このように、シェーディングによる陰影は物体の形や向きによって決まるため、物体が空間のどこにあっても同じような陰影が付く。そのためシェーディングだけでは、どこまでも澄み渡った宇宙空間のようなものを表現できるが、現実の地球上の風景を表現しにくい。それは現実の地球上の風景には大気による光の減衰があるため、図8に示すように、遠くにあるものほどぼんやりと見えるからである。

【0006】 そこで、コンピュータグラフィックスでも、視点から物体までの距離を使って、物体の明るさと大気の明るさを混合（ブレンディング）し、遠くのものほどぼんやり見えるようにすることができる。図9はこの方法の一つを説明するものである。

【0007】 まず、大気により物体が完全に見えなくなる地点  $P_{\max}$  と、大気の影響が現れない地点  $P_{\min}$  を決め、これらの地点までの視点からの距離を、それぞれ  $Z_{\max}$ 、 $Z_{\min}$  と決める。次に視点から物体の位置  $P_z$  までの距離を  $Z$ （奥行き情報）とする。物体の明るさを  $L_0$ 、大気の明るさ（暗さ）を  $L_1$  とすると、視点から見た物体の明るさ  $I_L$  は、

【0008】 図9は、この場合の内挿関数（混合係数の関数）

$$I_L(Z) = (Z - Z_{\min}) / (Z_{\max} - Z_{\min}) \quad (\text{式 } 1-2)$$

遠くの景色がぼやける現象である。これを物理的に考えてみると、物体が距離  $Z$  から、わずかな距離  $dZ$  だけ、少し遠ざかると、その距離間には水滴の細かい粒があるから、その分、物体は水滴に覆い隠される。

【0011】 今、物体の距離  $Z$  の位置における輝度を  $L$  とする。水滴が空中に浮かんでいる割合を  $a$  ( $a < 1.0$ ) とすれば、わずかな距離  $dZ$  だけ遠ざかる間に物体の色は少しほばけて、

$$(式 2)$$

になる。

【0012】また、水滴自身の色をL1とすれば、逆に

$$a \cdot dZ \cdot L1$$

(式3)

だけ加わるから、視点からの距離Z+dZの位置の物体

$$L + dL = (1 - a \cdot dZ) L + a \cdot dZ \cdot L1$$

(式4)

になる。これをZ=0のときL=L0という条件のもと

に解くと、

$$L = (L0 - L1) \times \exp(-a \cdot Z) + L1$$

(式5)

$$L = L0 \times \exp(-a \cdot Z) + L1 \times (1 - \exp(-a \cdot Z))$$

(式6)

となる。これは、Z=0で元の色L0に、Z=∞でL1に、それぞれ漸近する指數関数である。図10は、指數関数 $\{1 - \exp(-a \cdot Z)\}$ を示すグラフである。

【0013】ここで、線形な内挿の場合と同様に、Zma

$$L = L0 \times (1 - INL(Z)) + L1 \times INL(Z)$$

$$INL(Z) = (1 - \exp(-a(Z - Z_{min})))$$

$$\div (1 - \exp(-a(Z_{max} - Z_{min})))$$

(式7)

【0015】

【発明が解決しようとする課題】図9と図11との比較から明らかなように、線形な内挿では現実のフォグ効果から遠く異なり、現実感に乏しい。現実感のあるフォグ効果を得るためにには(式7)で与えられる非線形な内挿による混合係数を用いればよいが、式7の計算には指數演算が必要であり、時間がかかり、ゲーム機などの簡易システムでは困難であった。

【0016】この発明は、以上の点にかんがみ、式7と同様の非線形な内挿を高速に行ない、現実感のあるフォグ効果を得ることができる画像表示方法を提供することを目的とするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明においては、内挿関数として双曲線関数を用いる。

【0018】すなわち、この発明は、奥行き情報を含む3次元情報からなる画像データから、2次元スクリーン

$$L = L0 \times (1 - IGL(Z)) + L1 \times IGL(Z)$$

$$IGL(Z) = K / (Z + b) + c \quad (K < 0)$$

この内挿関数IGL(Z)に、Z=Zmax、Z=Zmin

を代入すると、

$$IGL(Z_{min}) = K / (Z_{min} + b) + c = 0$$

$$IGL(Z_{max}) = K / (Z_{max} + b) + c = 1.0$$

が得られる。式(8-3)、式(8-4)は、b、cについて

【0021】

2次方程式となるが、平行移動量の少ないbを選

【数1】

ぶと次のように解ける。

$$b = 0.5 \times \{- (Z_{max} + Z_{min}) + \sqrt{(Z_{max} - Z_{min})^2 + 4K(Z_{max} - Z_{min})}\}$$

(式9-1)

【0022】

【数2】

$$c = K / [0.5 \times \{- (Z_{max} + Z_{min}) + \sqrt{(Z_{max} - Z_{min})^2 + 4K(Z_{max} - Z_{min})}\}]$$

(式9-2)

水滴の色は、

輝度(L+dL)は結局、

(式4)

に解くと、

$$L = (L0 - L1) \times \exp(-a \cdot Z) + L1$$

$$L = L0 \times \exp(-a \cdot Z) + L1 \times (1 - \exp(-a \cdot Z))$$

となる。これは、Z=0で元の色L0に、Z=∞でL1に、それぞれ漸近する指數関数である。図10は、指數関数 $\{1 - \exp(-a \cdot Z)\}$ を示すグラフである。

【0014】

x、Zminを設定し、式6を少し修正して、次の式7のようにすると、内挿関数INL(Z)は、図11のグラフのようになる。

【0019】

【作用】図2は、-1/Zの双曲線関数のグラフのZ>0の部分である。この図2から明らかなように、これは、式7の内挿関数(指數関数)のグラフ(図11)と同様に、上に凸な関数であることがわかる。この図2の関数を、図3に示すように、Z方向にb、Z方向と直交する方向にcだけ平行移動することにより、前述の式7と同様のZmax、Zminを設定するようにすると、次式のような内挿関数IGL(Z)をつくることができる。

【0020】

$$L = L0 \times (1 - IGL(Z)) + L1 \times IGL(Z)$$

$$IGL(Z) = K / (Z + b) + c \quad (K < 0)$$

を代入すると、

$$IGL(Z_{min}) = K / (Z_{min} + b) + c = 0$$

$$IGL(Z_{max}) = K / (Z_{max} + b) + c = 1.0$$

【0021】

【数1】

$$b = 0.5 \times \{- (Z_{max} + Z_{min}) + \sqrt{(Z_{max} - Z_{min})^2 + 4K(Z_{max} - Z_{min})}\}$$

(式9-1)

$$c = K / [0.5 \times \{- (Z_{max} + Z_{min}) + \sqrt{(Z_{max} - Z_{min})^2 + 4K(Z_{max} - Z_{min})}\}]$$

(式9-2)

ここで、Kはグラフの曲率を変えるパラメータである。  
【0023】図3と図11を比較すれば明らかのように、内挿関数 $I_{GL}(Z)$ のグラフは、正確なフォグ効果の内挿関数 $I_{NL}(Z)$ のグラフとよく似ており、式8-2が式7の近似になっていることがわかる。したがって、内挿関数 $I_{NL}(Z)$ の代わりに内挿関数 $I_{GL}(Z)$ を用いることにより、表示画像について、現実のフォグ効果に近似した効果を得ることができる。

【0024】ところで、この発明が対象とする3次元のコンピュータグラフィックスでは、物体の描画に際して、物体を3次元空間から2次元スクリーン画面上に透視変換するため、物体についての3次元座標を視点からの距離Zで割り算する必要があり、Zによる割り算を高速に実行する機能を備えたものが多い。

【0025】上述の双曲線関数は、距離Zで割り算を行うものであるので、この発明では、透視変換のための割り算機能を流用して、上述のような非線形なフォグ計算を近似的に行ない、現実感のあるフォグ効果をハードウェア規模を増すことなく高速に実現できる。

#### 【0026】

【実施例】以下、この発明による画像表示方法の一実施例を図を参照しながら説明する。図4は、この発明の一実施例を実行するためのシステムの一例を示すブロック図である。このブロック図では、この発明が主として対象とするグラフィックコンピュータやゲーム機のうち、3次元のコンピュータグラフィックスを実行し、描画を行なう部分だけを示している。

$$S_X = X \times h / Z$$

$$S_Y = Y \times h / Z$$

そして、得られた変換後の頂点座標データに従ってビデオRAM上にポリゴンの描画を、与えられた輝度値により行う。このとき、フォグ効果の処理を行う場合には、上述の内挿関数を用いて小ポリゴンの輝度値を置き換える。

【0032】図4は、以上の処理を高速に行う画像処理システムの構成となっている。この図4のシステムにおいては、システムバス11に対して、CPU12、メインメモリ13、ジェオメトリプロセッサ14、ラスター プロセッサ15が接続され、ラスター プロセッサ15に対してビデオRAM16が接続される。そして、ビデオRAM16から読み出されたデジタルビデオ信号がD/Aコンバータによりアナログビデオ信号に変換され、表示モニター装置に供給されて、その画面に表示される。

【0033】CPU12は、システム全体のコントロールやシステムバス11を介してのブロック間のデータ転送を行なう。メインメモリ13には、プログラムやデータが格納される。ジェオメトリプロセッサ14は、与えられたプログラムやデータから描画される画像を決める座標計算や画素値（輝度や色）の計算を行なう。ラスター プロセッサ15は、ジェオメトリプロセッサでの計算

【0027】図4の説明に先立ち、3次元のコンピュータグラフィックスによる画像描画処理の概要を説明する。コンピュータグラフィックスでは、描画しようとする物体は小さな基本図形（ポリゴン（多角形））に分割され、そのポリゴンの形、位置、向き、色、模様などが画像を決めるポリゴンデータとして与えられる。ポリゴンの形、位置、向きは、その頂点の座標で決まる。

【0028】画像描画処理としては、先ず、例えばメモリや記録媒体に蓄えられている描画データを読み込み、10 その描画データから物体を構成する小ポリゴンの頂点座標と輝度データを得る。次に、例えば所定の入力手段から入力された視点位置の情報を元に、当該視点に正対するスクリーンを仮想して、小ポリゴンの頂点座標を、そのスクリーン上の座標に変換する。

【0029】この頂点座標の座標変換は、視点を基準にした物体の向きに変換のための3次元座標変換の処理と、上記のスクリーンに対して視点からの物体までの距離Zに応じた透視変換（2次元座標変換）とを行う。3次元座標変換は、座標変換マトリクスを用いて行い、透視変換は、頂点の奥行き情報（Z座標情報）を用いた割り算演算により行うものである。

【0030】次式10-1、式10-2は透視変換で実行される計算である。ここでX、Yは、3次元座標変換後の3次元空間のX座標、Y座標であり、hは視点からスクリーンまでの距離、SX、SYはスクリーン上のX座標、Y座標である。

#### 【0031】

$$(式10-1)$$

$$(式10-2)$$

30 結果を使ってビデオRAM16に描画を行なう。

【0034】図5はジェオメトリプロセッサ14の構成例を詳細に表わしたもので、ジェオメトリプロセッサ14は、座標変換や画素値計算をするための積和演算器21と、割り算器22とを備えて構成される。割り算器22は、この例では、透視変換とフォグ効果の内挿計算のために用いられる。

【0035】図1は、この発明による画像表示方法に従ってフォグ効果を計算する手順の一例を示すフローチャートである。ここでは、座標変換や画素値変換や透視変換を行なう手順についても示している。

【0036】【ステップS1】先ず、CPU12は、メインメモリ13のプログラムとデータに従い、3次元空間における物体を構成する小ポリゴンの頂点座標と輝度を、ジェオメトリプロセッサ14の積和演算器21により計算する。

【0037】【ステップS2】次に、ステップS2では、ジェオメトリプロセッサ14は、その割り算器22を使用して、前述の式10-1、式10-2の演算を行って、小ポリゴンの頂点の3次元座標から透視変換を行ない、スクリーン座標を求める。

【0038】 [ステップS3] 小ポリゴンの頂点の3次元座標のうちのZ座標から、前述の式8-2に従って内挿関数 $I_{GL}(Z)$ を求める。その際、ジェオメトリプロセッサ14は、透視変換用の割り算器22を用いて内挿関数 $I_{GL}(Z)$ を計算する。

【0039】 [ステップS4] 視点から見た物体の明るさ $L$ を、式8-1に従ってジェオメトリプロセッサ14で計算する。そして、その計算結果の明るさ $L$ で小ポリゴンの輝度を置き換え、フォグ効果を生成する。

$$L = L_0 \times (1 - I_{HL}(Z)) + L_1 \times I_{HL}(Z) \quad (\text{式 } 11-1)$$

$$I_{HL}(Z) = K/Z + c \quad (\text{式 } 11-2)$$

$$I_{HL}(Z_{\max}) = K/Z_{\max} + c = 1.0 \quad (\text{式 } 11-3)$$

$$c = Z_{\max} - K \quad (\text{式 } 11-4)$$

となる。

【0043】 ここで、

$$I_{HL}(Z) = K/Z + c = (K/h) \times (h/Z) + c$$

である。したがって、この場合は透視変換用の割り算機能が使用できるだけでなく、透視変換の際の計算結果 $(h/Z)$ を使用して、より高速にフォグ効果の計算が行なえる。

【0044】 この図6の例で、図1の例と異なるのは、ステップS3がステップS3'に変わるだけである。ステップS3'では、小ポリゴンの頂点の3次元座標のうちのZ座標から式11に従って内挿関数 $I_{HL}(Z)$ を求める。その際、透視変換の際の割り算結果を用いて内挿関数 $I_{HL}(Z)$ が計算される。

【0045】 なお、以上の説明では、説明の簡単のため、輝度のみについて説明したが、カラー表示の場合には、物体の色と、フォグの色とを混合することにより、フォグ効果を得るようにすることができます。その場合には、例えば、物体の色とフォグの色は、それぞれ3原色で構成し、各原色情報について、上述の内挿演算を行って表示色を決定するようにすればよい。

【0046】

【発明の効果】 以上説明したように、この発明による画像表示方法によれば、コンピュータグラフィックスによる映像の現実感を増す効果のあるフォグ効果のための混合係数を生成するための内挿関数を、現実のものに正確に対応する指數関数に代えて、双曲線関数を用いて近似したことにより、現実の地球上の風景に忠実な非線形のフォグ効果を、ハードウエア規模を増すことなく高速演

【0040】 [ステップS5] 物体を構成する全ての小ポリゴンについて、ステップS1からステップS4を繰り返す。

【0041】 次に、図6はこの発明による画像表示方法の別の実施例を示すフローチャートである。

【0042】 この例は、式8-2における定数 $b$ が0である場合、すなわち $Z_{\max}$ だけが指定される場合である。式8-1～式8-4は、それぞれ

$$L = L_0 \times (1 - I_{HL}(Z)) + L_1 \times I_{HL}(Z) \quad (\text{式 } 11-1)$$

$$I_{HL}(Z) = K/Z + c \quad (\text{式 } 11-2)$$

$$I_{HL}(Z_{\max}) = K/Z_{\max} + c = 1.0 \quad (\text{式 } 11-3)$$

$$c = Z_{\max} - K \quad (\text{式 } 11-4)$$

算処理により実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明による画像表示方法の一実施例を説明するためのフローチャートである。

【図2】 双曲線関数のグラフの例の一部を示す図である。

20 【図3】 この発明に使用する双曲線関数による内挿関数のグラフの例を示す図である。

【図4】 この発明の一実施例を実行するシステムの構成例を示すブロック図である。

【図5】 図4のシステムの一部分の構成例を示す図である。

【図6】 この発明による画像表示方法の他の実施例を説明するためのフローチャートである。

【図7】 シェーディングを説明する図である。

【図8】 フォグ効果を説明する図である。

30 【図9】 線形な内挿関数のグラフの例を示す図である。

【図10】 指数関数のグラフの例を示す図である。

【図11】 指数関数による内挿関数のグラフの例を示す図である。

【符号の説明】

1 1 システムバス

1 2 C P U

1 3 メインメモリ

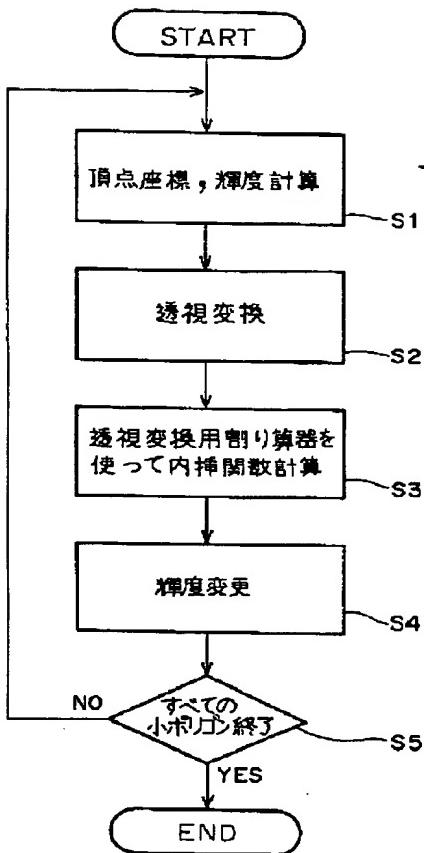
1 4 ジェオメトリプロセッサ

1 5 ラスターープロセッサ

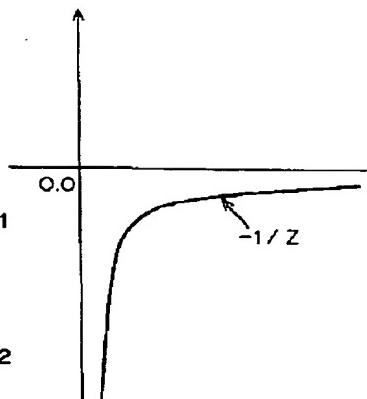
40 2 1 積和演算器

2 2 割り算器

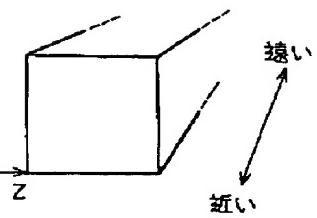
【図 1】



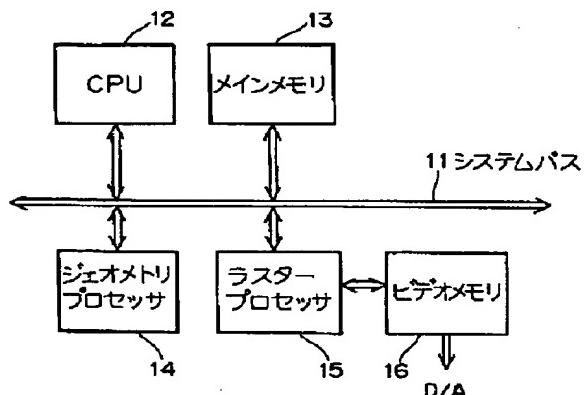
【図 2】



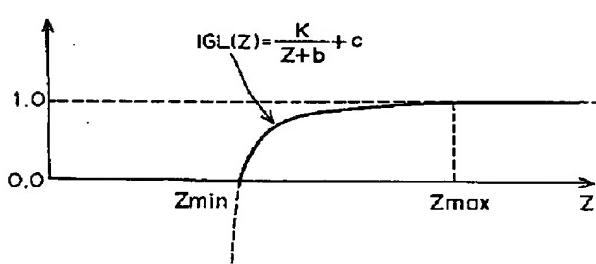
【図 8】



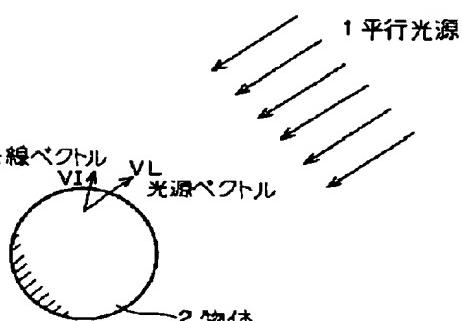
【図 4】



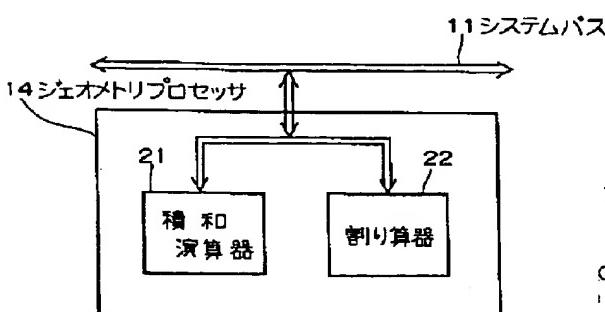
【図 3】



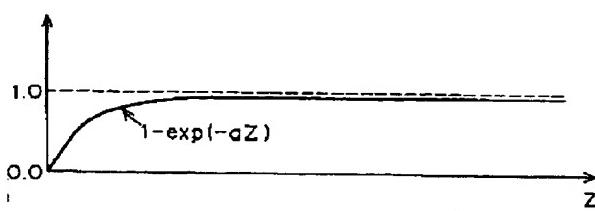
【図 7】



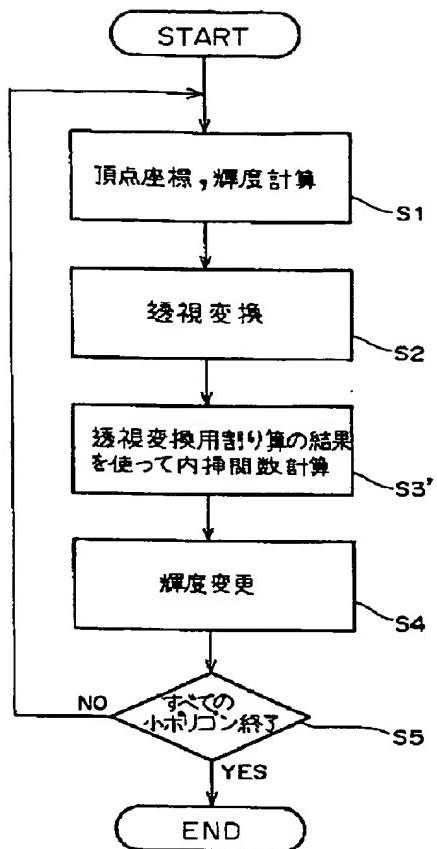
【図 5】



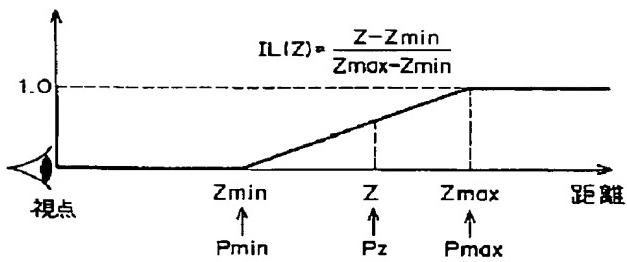
【図 10】



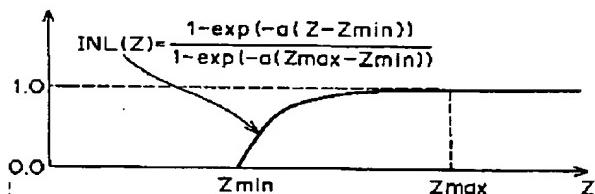
【図 6】



【図 9】



【図 11】



**THIS PAGE BLANK (USPS)**